OMAGGIO

R. ISTITUTO SUPERIORE AGRARIO DI PISA

LABORATORI DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI BATTERIOLOGIA AGRARIA
R. OSSERVATORIO REGIONALE DI FITOPATOLOGIA

105

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
11 JULY 1935

G. LUCHETTI

# ALCUNE OSSERVAZIONI SULLA CLOROSI DELLE PIANTE IN RAPPORTO ALLA REAZIONE (pH) DEL TERRENO

Estratto dal *Bollettino del R. Istituto Superiore Agrario di Pisa*
Volume X - Anno 1934.

PISA, STAB. TIP. G. CURSI & FIGLI
1934 - XIII

G. LUCHETTI

# ALCUNE OSSERVAZIONI SULLA CLOROSI DELLE PIANTE IN RAPPORTO ALLA REAZIONE (pH) DEL TERRENO

Non sono nuovi gli studi sull' argomento, purtuttavia non si è ancora stabilito quale e quanta parte sul fenomeno delle manifestazioni clorotiche abbia la reazione chimica del terreno. Non si è, cioè, accertato se fra le molte cause provocanti la clorosi delle piante sia anche da annoverarsi l'acidità o l'alcalinità del mezzo di coltura.

Fra le principali cause della clorosi delle piante sono da citare: la mancanza di ferro del terreno (quanto meno di ferro sotto forma solubile ed assimilabile), di manganese e di altri composti atti a stimolare nella pianta la produzione di pigmento clorofilliano; la deficienza di luce; infezioni da virus; altre cause più o meno imprecisabili fra cui appunto, secondo alcuni autori, la reazione chimica del terreno. Senza preoccuparci nella presente Nota di altre cause della clorosi riportiamo brevemente le opinioni di alcuni Autori sulla clorosi del terreno o come più comunemente suol chiamarsi *clorosi alcalina*.

Sono noti gli studi di ARRHENIUS il quale dimostrò che le diverse specie botaniche si sviluppano in modo del tutto differente a seconda del pH del terreno su cui si coltivano. Egli con numerose esperienze stabilì l'optimum della concentrazione idrogenionica per moltissime specie di piante. Anzi, fatto piuttosto singolare, egli trovò che generalmente nella curva dello sviluppo in funzione di pH si riscontrano due massimi. L'Autore attribuisce questo fenomeno ad un' azione completamente scindibile esercitata sulla pianta dagli *joni H ed OH*, ciascuno per proprio conto.

Le vedute di ARRHENIUS relative allo sviluppo delle piante in mezzo a diversa reazione, sono condivise, ad es., anche da CHODAT il quale anzi afferma (e ciò è generalmente accettato) che la flora spontanea dà un indizio sulla reazione del suolo, in quanto prevalgono le specie alle quali il pH del terreno è più adatto.

Da ciò si deduce che quando una pianta è coltivata su di un

terreno con pH tale da non consentirle il massimo sviluppo, essa deve risentirne un danno tanto più forte quanto più lontana è la concentrazione idrogenionica da quella che costituisce l'optimum per la specie. Gli effetti di questa azione nociva saranno differenti a seconda che il pH si discosti dall' optimum verso il limite di acidità o verso quello di alcalinità. Quali sono le manifestazioni di queste azioni e quali i limiti entro i quali si verificano?

È appunto questo che non è ancora ben chiaro in quanto spesso si confondono i caratteri patologici dovuti all'acidità o all' alcalinità del terreno con altri disturbi provocati nella pianta dalle cause più diverse.

Così ad es., secondo alcuni Autori, la clorosi sarebbe dovuta, in certi casi particolari, all' alcalinità del terreno. PRATOLONGO ritiene che molte piante manifestino segni indubbi di clorosi entro limiti ben determinati di alcalinità: il limone e l'arancio risentirebbero l'azione dell' alcalinità del terreno tra pH 7,8 e pH 8,-; la vite tra pH 8,6 e pH 9,-.

Molte piante, invece, sempre secondo PRATOLONGO, le quali mostrano una resistenza molto spiccata all'alcalinità, tipica in questo la Sulla *(Hedisarum coronarium L.)*, sarebbero capaci di dominare l'alcalinità delle particelle di terreno a diretto contatto delle radici, emettendo quantità relativamente notevoli di acidi ed in particolare di acido ossalico.

Alle stesse conclusioni giunge CURZI il quale ebbe occasione di notare una clorosi maculata della Rosa verificatasi in una coltivazione di Rosa *Brunner* a S. Remo su di un terreno a pH 8,4 - 8,6 e con il 32 % di calcare mentre non si verificava in una coltivazione di Rosa della stessa varietà, in un terreno limitrofo con pH 7,4-7,6 e con 16 % di calcare.

PRATOLONGO e CURZI parlano in questi casi di *clorosi alcalina* ed il primo anzi esclude completamente una *clorosi calcarea* mentre ad es. CIFERRI, il quale ha avuto modo di studiare a lungo la *clorosi del Pesco* propende per una *clorosi calcare*, mentre PETRI afferma che la reazione del terreno non è sufficiente a giustificare i fenomeni patologici che si manifestano nelle piante su di esso coltivate.

In complesso, insomma, il fenomeno è ben lontano dall' essere

chiarito. La clorosi può derivare da alcalinità del terreno o da eccesso di calcare? Nei due casi quale è l'azione più energica: quella della reazione alcalina o dell'eccesso di calcare, dato che, secondo le ultime ricerche, non c'è tra percentuale di calcare e reazione del terreno alcun rapporto obbligato e fisso?

Le esperienze delle quali veniamo a riferire e che attualmente stiamo proseguendo ebbero appunto lo scopo di chiarire qualche punto del non facile problema.

## Parte Sperimentale

ESPERIENZA I. – *Preliminare.*

Per le ricerche di cui riferiamo in questa esperienza coltivammo piante di diversa specie in mezzi chimicamente controllabili; perciò su ciascuno di tre sostegni in legno della lunghezza di m. 1,50-2 ponemmo 6 imbuti rispettivamente del diametro di cm. 16; 22; 30 chiusi al fondo con lana di vetro e pieni di sabbia silicea pura di Fontainbleau, ed inaffiammo con soluzioni nutritive di composizione nota.

Avendo notato che gli imbuti pieni di sola sabbia silicea trattenevano un fortissimo volume d'acqua decidemmo di interporre in essi strati di scorie della distillazione del coke a strati di sabbia, allo scopo di costituire un drenaggio. Mantenemmo tutti i vasi in serra e trasportammo in essi le piantine germinate in termostato; precisamente ponemmo nella

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I$^a$ Serie | (diam. cm. 30) | Patate | il 18/12/33 | N. | 3 | per imbuto |
| II$^a$ „ | „ „ 22) | Fave | il 20/12/33 | „ | 6 | „ |
| III$^a$ „ | „ „ 16) | Frumento | il 18/12/33 | „ | 10 | „ |

La soluzione nutritiva con cui inaffiammo aveva la seguente composizione:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nitrato potassico | gr. | 4 | pH = 7,6 ÷ 7,9 |
| Fosfato bipotassico | „ | 4 | |
| Cloruro di calcio | „ | 0,4 | |
| Solfato di magnesio | „ | 1 | |
| Cloruro sodico | „ | 0,4 | |
| Cloruro ferrico | „ | 0,04 | |
| Acqua di condottura | „ | 1000 | |

Appena preparati gli imbuti, li saturammo colla soluzione nutritiva di cui sopra; per la prima serie occorsero cc. 1300 per imbuto, per la seconda cc. 900, per la terza cc. 700. Dopo 24 ore misurammo il liquido percolato dai singoli imbuti e ne determinammo il pH. Risultò:

TABELLA I.

| Imbuto N. | Liquido percolato | | | pH del liquido perc. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SERIE | | | SERIE | | |
| | I | II | III | I | II | III |
| 1 | 100 | 115 | 140 | 7,3 | 7,6 | 7,8 |
| 2 | 105 | 135 | 130 | 7,3 | 7,6 | 7,2 |
| 3 | 195 | 20 | 150 | 7,4 | 7,7 | 7,1 |
| 4 | 190 | 75 | 155 | 7,4 | 7,7 | 7,3 |
| 5 | 110 | 60 | 160 | 7,2 | 7,7 | 7,3 |
| 6 | 120 | 105 | 165 | 7,3 | 7,8 | 7,5 |

Successivamente inaffiammo gli imbuti colla soluzione nutritiva quando se ne mostrava il bisogno. Ai sei imbuti di una stessa serie demmo sempre la stessa quantità di soluzione.

Nella tabella seguente riportiamo la data e le quantità di soluzione dei singoli inaffiamenti.

Della soluzione che percolava ci servimmo, oltrechè per l' anaffiamento dello stesso vaso da cui proveniva, anche per la determinazione del pH. In tutti gli imbuti esso si mantenne sempre tra i valori di pH 7,2 a pH 7,8.

TABELLA II

| DATA | Quantità di soluzione somministrata cm³. | | |
|---|---|---|---|
| | Serie I | Serie II | Serie III |
| 18/12/33 | 1300 | 900 | 700 |
| 20/12/33 | 250 | 250 | 250 |
| 23/12/33 | 250 | 250 | 125 |
| 4/1/34 | 375 | 375 | 375 |
| 6/1/34 | 175 | 150 | 125 |
| 9/1/34 | 350 | 250 | 250 |
| 13/1/34 | 200 | — | — |
| 18/1/34 | 200 | 250 | 250 |
| 23/1/34 | 250 | 250 | 250 |
| 26/1/34 | 100 | — | — |
| 1/1/34 | 250 | — | — |
| 6/1/34 | 750 | 750 | 600 |
| 17/1/34 | 500 | 500 | 150 |
| TOTALE | 4950 | 3920 | 3025 |

Scopo di questa esperienza era di vedere come si comportassero le piante in mezzi di coltura come quelli che noi usammo. A questo proposito potemmo osservare che le patate marcirono quasi tutte non appena germinate ed emesse le radici; le fave crebbero un poco, molto stentatamente, dopo di che cominciarono a manifestare annerimento e marcescenza delle radici, tanto che tutte le piante in breve morirono. Il frumento resistette per due mesi e poi, quasi di colpo, tutte le piante morirono.

Noi attribuimmo l'insuccesso di questa esperienza a due possibili cause: prima causa, un eccesso di soluzione nutritiva con conseguente eccessiva concentrazione di sali nel mezzo di coltura (gr. 9,1‰

9,2 ‰ - 13,6 ‰ rispettivamente nella I - II - III serie); seconda causa la presenza di scorie, contenenti notevoli quantità di ferro il quale passava in soluzione specialmente per azione degli acidi emessi dalle radici con cui veniva a contatto.

Ripetemmo l'esperienza seminando negli imbuti le piante già sperimentate, ma con gli stessi risultati.

Esperienza II.

Negli imbuti di cui sopra cambiammo il substrato sostituendolo con sola sabbia silicea e saturandolo con la soluzione nutritiva già usata.

Nella prima serie ponemmo 4 pezzi di patata per ciascun imbuto, nella seconda 8 semi di fave, nella terza 9 piantine di frumento; Decidemmo poi di acidificare il substrato di due imbuti di ciascuna serie contraddistinti con i numeri 1 e 2, mediante aggiunta di acido solforico a concentrazione nota e di alcalinizzare quello degli imbuti N. 5 e 6 con KOH, lasciando agli imbuti 3 e 4 la loro reazione. Ad intervalli saggiammo il pH del liquido percolante dai singoli imbuti. L' inaffiamento si fece con acqua di condottura.

Nel quadro riassuntivo che segue riportiamo in ordine cronologico le operazioni eseguite ed i risultati ottenuti.

Tabella III.

| DATA | Aggiunta di $H_2SO$ ($cm^3$) SERIE | | | Aggiunta di KOH ($cm^3$) SERIE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | I | II | III |
| 5/4/34 | 11,- | 11,- | 11,- | 11,- | 11,- | 11,- |
| 16/4/34 | 16,5 | 16,5 | — | 16,5 | 16,5 | 11,- |
| 27/4/34 | 11,- | 11,- | — | — | — | — |
| 9/5/34 | 27,5 | 22,- | — | — | — | — |

TABELLA IIIa.

| DATA | Reazione del liquido percolante (espresso in pH) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I SERIE | | | | | | II SERIE | | | | | | III SERIE | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 4/4/34 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 | 7,6 |
| 6/4/34 | 7,4 | 7,4 | 7,6 | 7,6 | 7,7 | 7,7 | 7,4 | 7,4 | 7,6 | 7,6 | 7,8 | 7,8 | 7,3 | 7,3 | 7,6 | 7,6 | 7,9 | 7,9 |
| 12/5/34 | 6,7 | 6,8 | 7,9 | 7,9 | 9,0 | 9,0 | 6,4 | 6,4 | 7,8 | 7,7 | 8,4 | 8,3 | 6,5 | 6,4 | 7,8 | 7,8 | 8,7 | 8,8 |

Per le somministrazioni di acido solforico e potassa ci servimmo di soluzioni normali che misuravamo mediante burette, diluendole al momento dell'uso con 9 parti d'acqua di condottura, in modo da fornirle alle piante sotto forma di soluzioni decinormali.

Riportiamo senz' altro i risultati di questa esperienza sgombrando prima il campo della II e III serie. Le piante di fave (II serie) dopo quaranta giorni erano tutte morte con gli stessi sintomi di quelle della prima esperienza. Da notare però che prime a morire furono quelle degli imbuti 5 e 6 (alcalini), seguirono quelle degli imbuti 3 e 4 (circa neutri), poi a diversi giorni di distanza quelle degli imbuti acidi (1-2) che mostrarono una resistenza maggiore ed erano sviluppate molto meglio. Il frumento (serie III) non ebbe maggior fortuna; anche per esso però notammo quanto si è riferito per le fave: una maggior resistenza delle piante in mezzo acido. Anzi, una sola pianta giunse alla fioritura, sebbene con sviluppo stentato ed evidente fenomeno di nanismo; e fu precisamente una pianta dell' imbuto N. 2 (acido).

I risultati ottenuti dalle patate sono chiaramente visibili in Fig. 1 e 2 riproducenti, la prima una fotografia eseguita sulla parte aerea, l'altra sull'apparato radicale, il 25/6/34. Le piante e le radici sono disposte a gruppi: in queste e nelle seguenti figure ogni gruppo rappresenta un vaso e la loro disposizione è tale che a sinistra son posti i vasi acidi, al centro quelli neutri ed a destra quelli alcalini.

Queste due fotografie mostrano come le piante sviluppatesi in

ambiente acido fossero quanto mai rigogliose rispetto alle altre, provviste di abbondantissimo apparato radicale e prossime alla formazione di tuberi che si era già iniziata in una pianta. Le piante di questi imbuti furono attaccate da un *Fusarium sp.* che fece morire circa metà degli steli; purtuttavia esse reagirono all' infezione tanto che ad un certo momento questa si arrestò. Ciò ci consigliò però di non acidificare più oltre il mezzo di coltura onde non favorire troppo lo sviluppo del fungo.

Le piante cresciute in mezzo neutro (per lo meno non acidificato nè alcalizzato) ebbero uno sviluppo stentato che ad un certo punto si arrestò per non progredire più oltre; quelle in mezzo alcalino perirono quasi tutte (ad eccezione di 3 su 8) per marcescenza del tubero che poi si propagò alla piantina. Comunque non si poterono riscontrare fenomeni di clorosi appunto per mancato sviluppo delle piante.

Esponiamo nella seguente Tabella IV i risultati ottenuti da questa serie, concretati in cifre.

TABELLA IV.

| Imbuto N. | Piante N. | Peso secco grammi | | | Tuberi | | pH | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Parte aerea | Radici | Totale | N. | Peso grammi | Liquido percolant. | Sabbia |
| 1 | 3 | 25,66 | 7,78 | 33,44 | 2 | 6,8 | 7,- | 7,- |
| 2 | 1 | 11,52 | 3,45 | 14,97 | - | — | 7,- | 7,- |
| 3 | 2 | 3,02 | 1,37 | 4,39 | - | — | 8,4 | 8,2 |
| 4 | 3 | 3,37 | 2,15 | 5,52 | - | — | 8,4 | 8,2 |
| 5 | 2 | 0,14 | 0,37 | 0,51 | - | — | 9,4 | 9,3 |
| 6 | 1 | 0,15 | 0,17 | 0,32 | - | — | 9,4 | 9,3 |

Da notare che dalla determinazione eseguita il 12/5 (Tabella III) a quella eseguita il 25/6 (Tab. IV) il pH ha subìto degli spostamenti verso l' alcalinità. Tali spostamenti sono dovuti agli inaffiamenti con acqua di condottura che è dura ed ha il pH 7,6-7,8.

Esperienza III.

Negli imbuti della II e III serie, provenienti dalle colture rispettivamente di fave e frumento, rimasti liberi verso il 20 maggio, coltivammo, senza cambiare i substrati, tabacco trasportandovi piantine fatte germinare precedentemente con terra in vasi. Negli imbuti più grandi (II serie) ponemmo 3 piantine, in quelli più piccoli 2 piantine, avendo cura di scegliere tutte piante ad egual grado di sviluppo. Ciò fu fatto il 23 maggio; il 31 si dovettero rinnovare tutte le piante dei vasi N. 3 a 7 ed una soltanto di uno degli imbuti N. 1; il 7 giugno l' operazione fu di nuovo ripetuta per gli imbuti N. 3 e 7, perchè le piante non vi attecchivano; il 13 giugno fu ancora sostituita qualche piantina negli stessi vasi; il 20 giugno erano morte di nuovo tutte le piantine degli imbuti 5 e 6 della II serie.

Il 20 giugno saggiammo il pH dei liquidi percolanti e risultò:

Tabella V.

| Imbuto N. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Serie II - pH | 6,4 | 6,4 | 7,6 | 7,6 | 8,9 | 8,8 |
| Serie III - pH | 6,5 | 6,4 | 7,7 | 7,8 | 9,1 | 9,1 |

Nello stesso giorno si volle provare una nuova aggiunta di acido solforico e si somministrarono cc. 19,5 di soluzione normale agli imbuti N. 1 di ambedue le serie, diluito al solito con 9 parti di acqua.

Per effetto di tale aggiunta tutte le piante trattate morirono entro poche ore non per l'acidità in sé stessa ma per causticazione del colletto. Il tabacco mostrò quindi una sensibilità molto più spiccata

delle altre piante verso l'effetto caustico dell'$H_2SO_4$ anche diluitissimo. Anche qualche foglia che andò a contatto della soluzione fu causticata.

Per effetto della morte di queste piante e di quelle dei vasi N. 5 e 6 della II serie stabilimmo di riunire i vasi superstiti in una sola serie che risultò così costituita.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imbuto N. 1 = | N. 2 | III serie | – | Piante N. | 2 | pH sabbia | 6,4 | liquido | 6,4 |
| „ „ 2 = | „ 2 | II „ | – | „ „ | 3 | „ | 6,3 | „ | 6,4 |
| „ „ 3 = | „ 3 | II „ | – | „ „ | 3 | „ | 7,6 | „ | 7,6 |
| „ „ 4 = | „ 4 | II „ | – | „ „ | 3 | „ | 7,7 | „ | 7,6 |
| „ „ 5 = | „ 5 | III „ | – | „ „ | 2 | „ | 9,1 | „ | 9,1 |
| „ „ 6 = | „ 6 | III „ | – | „ „ | 2 | „ | 9,1 | „ | 1,2 |

Con questi continuammo la coltura fino al 30 luglio.

Le piante estratte e pesate in tal giorno, diedero i seguenti risultati:

TABELLA VI.

| Vaso N. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Peso secco p. aerea grammi | 3,300 | 6,600 | 1,— | 2,300 | 0,700 | 0,600 |
| Peso sed. radici | 0,800 | 2,100 | 0,300 | 0,350 | 0,200 | 0,320 |
| PESO TOTALE | 4,100 | 8,700 | 1,300 | 2,650 | 0,900 | 0,920 |
| Piante N. | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| Peso 1 pianta | 2,050 | 2,900 | 0,433 | 0,884 | 0,450 | 0,460 |

Neppure nel tabacco potemmo notare fenomeni di clorosi perchè fin dall'inizio le piante crebbero di colore pallido e di aspetto poco buono.

Esperienza IV.

Per questa esperienza allestimmo 26 vasi di terra cotta del diametro di cm. 30 con un drenaggio costituito da uno strato di cm. 5 - 7 di mattoni in frammenti e con 10 Kg. circa di terra della composizione seguente:

| | | |
|---|---|---|
| Acqua igroscopica | 3,87 % | pH 7,2 |
| Sostanza organica | 5,71 „ | |
| Materiale argilliforme | 26,86 „ | |
| Calcare | 12,40 „ | |
| Materiale sabbiforme | 51,16 „ | |
| Azoto totale | 0,16 „ | |
| Anidride fosforica totale | 0,20 „ | |
| Ossido di potassio totale | 0,18 „ | |

Chiudemmo il foro di fondo dei vasi con un tappo di sughero attraversato da una canna di vetro, onde poter esser sicuri che il drenaggio funzionasse e ponemmo i vasi in serre ripartendoli in 4 serie di 6 vasi ciascuna. Nella prima serie seminammo favine, nella II frumento Damiano Chiesa, nella III lino e nella IV patate. Indi innaffiammo con acqua di condottura fino a percolazione e saggiammo il pH del liquido percolato.

Riportiamo i risultati nella seguente Tabella VII:

Tabella VII.

| vaso n. | Serie I | Serie II | Serie III | Serie IV |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 7,2 | 7,2 | 7,3 | 7,2 |
| 2 | 7,2 | 7,– | 7,– | 7,2 |
| 3 | 7,3 | 7,1 | 7,– | 7,2 |
| 4 | 7,1 | 7,3 | 7,3 | 7,3 |
| 5 | 7,2 | 7,– | 7,2 | 7,2 |
| 6 | 7,2 | 7,3 | 7,2 | 7,3 |

Indi procedemmo all' acidificazione ed alcalinizzazione del mezzo di coltura, come avevamo fatto nella esperienza II.

Riportiamo nella Tabella VIII le date e le quantità delle aggiunte di $H_2SO_4$ avvertendo che tutte le volte che fu aggiunto l'acido fu aggiunta anche la base e che le somministrazioni furono uguali per le quattro serie.

Tabella VIII.

| DATA | $H_2SO_4$ o KOH N/1 cm³ |
|---|---|
| 29/3/34 | 5,5 |
| 7/4/34 | 22,- |
| 16/4/34 | 27,5 |
| 27/4/34 | 27,5 |
| 3/5/34 | 27,5 |
| 8/5/34 | 27,5 |
| 14/5/34 | 27,5 |
| 16/5/34 | 27,5 |
| 18/5/34 | 55,- |
| 22/5/34 | 55,- |
| 27/5/34 | 55,- |
| 1/6/34 | 55,- |
| 6/6/34 | 55,- |
| 8/6/34 | 32,5 |
| Totale | 500,- |

Separatamente per ciascuna serie riportiamo i risultati ottenuti.

Serie I. - *Fave.*

Le piante di fava sino ad un certo tempo non mostrarono sensibili differenze di sviluppo fra i vasi acidi, quelli neutri e quelli al-

calini; più tardi, precisamente fra il trentesimo ed il quarantacinquesimo giorno dalla semina, incominciammo ad osservare che le piante dei vasi trattati con acido solforico avevano uno sviluppo più rapido delle altre; anche alla fine dell' esperienza si notava una certa differenza tra le piante, visibile anche nella fotografia Fig. 3, eseguita il 22 giugno, alla fine dell' esperienza.

In nessuno dei vasi notammo tracce di clorosi. Nella Fig. 4 sono visibili gli apparati radicali dei vari gruppi di piante, posti, come di solito, a destra i due gruppi dei vasi acidificati ed a sinistra quelli dei vasi alcalinizzati. Nella Tabella IX riportiamo il peso secco delle piante e gli altri elementi ricavati dall' esame finale delle piante e della terra.

Tabella IX.

| Vaso N. | pH | Piante N. | PESO SECCO gr. | | | | TUBERCOLI RADICALI | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Parte aerea | Radici | Totale | Unitario | DIMENSIONI max. mm. | DIMENSIONI Medie mm. | N. | Peso fresco gr. |
| 1 | 6,7 | 7 | 15,6 | 7,2 | 22,8 | 3,3 | 4,– | 2,65 | 237 | 1,46 |
| 2 | 6,7 | 7 | 24,2 | 12,3 | 36,5 | 5,2 | 4,3 | 2,91 | 254 | 1,56 |
| 3 | 7,2 | 7 | 15,1 | 11,4 | 26,5 | 3,6 | 3,5 | 2,51 | 216 | 1,89 |
| 4 | 7,– | 7 | 18,2 | 11,1 | 29,3 | 4,2 | 4,– | 2,77 | 198 | 1,91 |
| 5 | 8,9 | 7 | 20,7 | 10,8 | 31,5 | 4,5 | 5,6 | 2,71 | 206 | 1,08 |
| 6 | 8,9 | 7 | 14,8 | 5,3 | 20,1 | 2,9 | 3,5 | 2,36 | 148 | 1,– |

Come si vede, nonostante la elevata quantità di acido solforico e potassa somministrati ai vasi, il loro pH non si discostò gran che dall' iniziale, specie verso la acidità: ciò perchè l' acido solforico fu neutralizzato dal calcare presente nel terreno nella quantità del 12%. Ciò vale anche per i vasi delle serie successive.

L' acidità, come scorgesi, favorì lo sviluppo delle piante; l' azione svolta da essa fu forse una solubilizzazione degli elementi minerali insolubili contenuti nel terreno.

Serie II. – *Frumento.*

Il frumento ebbe un comportamento molto simile a quello delle fave: nonostante il nanismo evidente in tutte le piante, però, potemmo notare uno sviluppo meno stentato nelle piante cresciute in ambiente acido. Dato il generale deperimento delle piante ed il loro colore molto pallido non ci fu possibile determinare con sicurezza sintomi di clorosi.

Dall' esame delle piante alla fine della coltivazione potemmo ricavare i seguenti dati:

Tabella X.

| Vaso N. | pH | Piante N. | PESO SECCO GRAMMI | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Par. aerea | Radici | Totale | Unitario |
| 1 | 6,5 | 15 | 7,27 | 0,72 | 7,99 | 0,53 |
| 2 | 6,7 | 15 | 8,82 | 0,92 | 9,74 | 0,65 |
| 3 | 7,1 | 15 | 6,75 | 0,82 | 7,57 | 0,50 |
| 4 | 7,1 | 15 | 5,38 | 0,73 | 6,11 | 0,41 |
| 5 | 8,9 | 15 | 7,62 | 0,54 | 8,16 | 0,54 |
| 6 | 8,8 | 15 | 7,53 | 0,52 | 8,05 | 0,54 |

Da questi si potrebbe dedurre che l'acido solforico e la potassa favorirono lo sviluppo delle piante nella parte aerea, mentre la potassa ne diminuì lo sviluppo dell' apparato radicale. Ciò è anche dimostrato dalle Figure 5 e 6.

Serie III. – *Lino.*

Il lino, coltivato come le altre piante di cui abbiamo riferito, dette risultati analoghi ma molto più evidenti. Lo sviluppo fu limitato anche in questa specie di piante, non però quanto quello del frumento; le piante si presentavano esili e delicate, la fioritura fu piut-

tosto abbondante; più abbondante e più precoce nei vasi acidi. La marcata differenza, tra vasi acidi e vasi alcalini, nello sviluppo sia aereo che sotterraneo è molto ben documentata sia dalle fotografie delle figure 7 e 8, sia dalla seguente tabella XI.

Tabella XI.

| Vaso N. | pH | Piante N. | PESO SECCO GRAMMI | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Parte aerea | Radici | Totale | Unitario |
| 1 | 6,7 | 16 | 10,14 | 1,35 | 11,49 | 0,72 |
| 2 | 6,6 | 16 | 17,10 | 1,68 | 18,78 | 1,17 |
| 3 | 7,1 | 16 | 6,97 | 1,20 | 8,17 | 0,51 |
| 4 | 7,2 | 16 | 8,18 | 1,29 | 10,47 | 0,66 |
| 5 | 8,9 | 16 | 5,28 | 0,97 | 6,25 | 0,39 |
| 6 | 8,9 | 16 | 5,97 | 0,71 | 6,68 | 0,42 |

Le cifre stanno ad indicare che in media il prodotto dei vasi acidi fu 2,33 volte superiore a quello dei vasi alcalini ed 1,61 volte superiore a quello dei vasi neutri. Ciò prova che la differenza di trattamento fu fortemente risentita dalle piante: ciò nonostante non notammo mai tracce di clorosi nelle piante di lino. Questa coltura, ripetiamo, all'infuori della differenza di sviluppo non accusò altri sintomi di sofferenza o di malattia, almeno entro i limiti di acidità e di alcalinità da noi sperimentati.

Serie IV. – *Patate.*

Non molto diversamente si comportarono le patate di fronte alla acidità ed alcalinità del mezzo: in mezzo acido lo sviluppo, sebbene sempre limitato in conseguenza della coltivazione in vasi di limitata grandezza, pure fu discreto per le dimensioni raggiunte dalle piante; in mezzo neutro ed alcalino, invece, fu molto minore come dimostrano le fotografie di Fig. 9 e 10 e come anche si può dedurre dalle cifre che riportiamo nella Tabella XII.

Tabella XII.

| Vaso N. | pH | Piante N. | PESO SECCO GRAMMI | | | | TUBERI | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Parte aerea | Radici esclusi tuberi | Totale esclusi tuberi | Unitario esclusi tuberi | N. | Peso fresco grammi Complessivo | Unitario |
| 1 | 6,7 | 3 | 9,50 | 3,87 | 13,37 | 4,46 | 7 | 41 | 5,86 |
| 2 | 6,7 | 3 | 6,12 | 2,94 | 9,06 | 3,02 | 9 | 64 | 7,11 |
| 3 | 7,2 | 3 | 5,57 | 3,96 | 8,63 | 2,88 | 8 | 45 | 5,63 |
| 4 | 7,2 | 3 | 7,88 | 4,19 | 12,07 | 4,02 | 8 | 41 | 5,12 |
| 5 | 8,9 | 3 | 9,05 | 3,– | 12,05 | 4,02 | 6 | 1 | 0,16 |
| 6 | 9,– | 3 | 6,93 | 2,34 | 9,27 | 3,09 | 22 | 29 | 1,32 |

Nelle patate potemmo notare l'unico sintomo certo di clorosi che si potè osservare durante le nostre esperienze. Le piante dei vasi neutri ed alcalini presentavano colore piuttosto pallido, specie in confronto di quelle dei vasi acidi che invece erano di un verde molto intenso; inoltre una pianta del vaso N. 5 e due piante del N. 6 presentavano la clorosi maculata sulla maggior parte delle foglie. Nella fotografia in Fig. 10 si possono notare al di sopra delle radici anche alcune foglie; quella di sinistra apparteneva ad un vaso acido, quella di destra ad un vaso alcalino. Per quanto la fotografia sia poco nitida si può notare la differenza di colore fra le tre foglie e si possono anche intravvedere le macchie giallastre della clorosi maculata sulla foglia di destra. Inoltre sono da notare anche le differenti dimensioni delle foglie, tenendo presente che quelle fotografate rappresentavano sia per colore che per dimensioni il tipo medio delle foglie delle varie coppie di vasi. Ciò spiega anche, con una molto diversa attività clorofilliana, la produzione di tuberi tanto diversa nelle piante a differente trattamento.

## CONCLUSIONI

Le esperienze di cui abbiamo riferito non costituiscono che un primo nucleo di ricerche in argomento in quanto ci servirono per

un'orientamento verso la conoscenza di tutti i fenomeni che si possono verificare negli studi del genere ed un ammaestramento per le ricerche future. Hanno insomma, un carattere di prove preliminari.

Osserviamo intanto che non si possono coltivare le piante su sabbia silicea molto fina e pura perchè la compattezza estrema di questo materiale allo stato di imbibizione e la sua struttura, che non consente di mantenere un grado di umidità piuttosto basso, rischiano di fare classificare come clorosi quello che non è se non asfissia.

Inoltre non tutte le piante si prestano ad essere coltivate su questo mezzo.

Volendo condurre prove in terra bisognerebbe disporre di terreno assolutamente acalcareo, specie ove si volesse procedere ad un controllo acido oltrechè neutro.

Le conclusioni che si possono trarre dal nostro lavoro si riducono per ora alle seguenti.

I. - Entro i limiti di acidità ed alcalinità da noi sperimentati (pH 6,7 a pH 8,9) e per le piante cimentate soltanto nelle patate si è manifestato un principio di clorosi.

II. - Tale clorosi è, secondo noi, da classificarsi come *clorosi alcalina*, non *clorosi calcarea* in quanto si manifesta allorchè si aumenta l'alcalinità del mezzo di coltura, pur restando invariata la percentuale di calcare del terreno.

III. - Tutte le piante da noi sperimentate hanno dimostrato di soffrire più o meno, in ambiente alcalino, anche se non si manifestarono in esse chiari segni di clorosi.

## RIASSUNTO

L'A. sperimentando su varie specie di piante in mezzi di coltura di diversa natura e portati artificialmente ad una diversa reazione chimica (pH), trovò che fino a pH 8,9 soltanto la patata manifestò clorosi, in grado piuttosto leggero; ed inoltre che tutte le piante preferirono, nelle condizioni di esperienza, l'ambiente acido.

Pisa, Laboratorio di Biologia Vegetale
del R. Istituto Superiore Agrario

*(Presentata il 1° Settembre 1934 - XII)*

Fig. 1 – Patate coltivate su sabbia silicea: Parte aerea

Fig. 2 – Idem: apparato radicale

Fig. 3 – Fave coltivate in vasi con terra: parte aerea

Fig. 4 – Idem: apparato radicale

Fig. 5 – Frumento coltivato in vasi con terra: Parte aerea

Fig. 6 – Idem: apparato radicale

Fig. 7 – Lino coltivato in vasi con terra: Parte aerea

Fig. 8 – Idem: apparato radicale

Fig. 9 – Patate coltivate in vasi con terra: Parte aerea

Fig. 10 – Idem: apparato radicale e tuberi. In alto: alcune foglie